

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-131025

(43)Date of publication of application : 09.05.2002

(51)Int.Cl.

G01B 11/16

E01D 19/10

G01L 1/24

G01N 33/38

(21)Application number : 2000-376793

(71)Applicant : SHO BOND CONSTR CO LTD

(22)Date of filing : 12.12.2000

(72)Inventor : SATO TAKASHI

HINO KATSUMI

EGUCHI KAZUO

YOSHINAGA TATSURO

(30)Priority

Priority number : 2000248080

Priority date : 18.08.2000

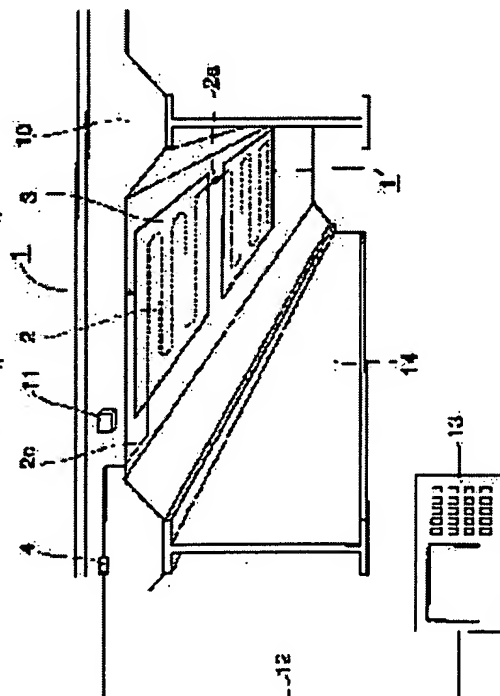
Priority country : JP

(54) FACIAL DISTORTION SENSOR FOR VERIFICATION OF DAMAGE PROCEEDING OF CONCRETE STRUCTURE AND METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problems such that it is difficult for a concrete structure in a workability to lay an optical fiber cable and that when laying the cable on a surface of the structure, beauties of the structure are damaged due to cutting the surface of the structure.

SOLUTION: In a facial distortion sensor for verification of damage proceeding of concrete structure, single or more than one optical fiber cable is fixed with pulling one end of the cable to be inserted between a gap of sheet shaped objects allowing penetration of an adhesive. In a method for verification of damage proceeding of concrete structure, the sensor is bonded on the surface



BEST AVAILABLE COPY

of the structure by using the adhesive to verify the damage processing with measuring distortion by using one end of the cable pulled from the gap of the objects.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3415825

[Date of registration] 04.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-131025

(P2002-131025A)

(43) 公開日 平成14年5月9日(2002.5.9)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	特開(参考)
G 0 1 B 11/16		G 0 1 B 11/16	Z 2 D 0 5 9
E 0 1 D 19/10		E 0 1 D 19/10	2 F 0 6 5
G 0 1 L 1/24		G 0 1 L 1/24	A
G 0 1 N 33/38		G 0 1 N 33/38	

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-376793(P2000-376793)
 (22) 出願日 平成12年12月12日(2000.12.12)
 (31) 優先権主張番号 特願2000-248080(P2000-248080)
 (32) 優先日 平成12年8月18日(2000.8.18)
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000107044
 ショーボンド建設株式会社
 東京都千代田区神田錦町3丁目18番地
 (72) 発明者 佐藤 孝志
 東京都千代田区神田錦町3-18 ショーボ
 ンド建設株式会社内
 (72) 発明者 磯野 勝巳
 東京都千代田区神田錦町3-18 ショーボ
 ンド建設株式会社内
 (74) 代理人 100086958
 弁理士 宇野 晴海

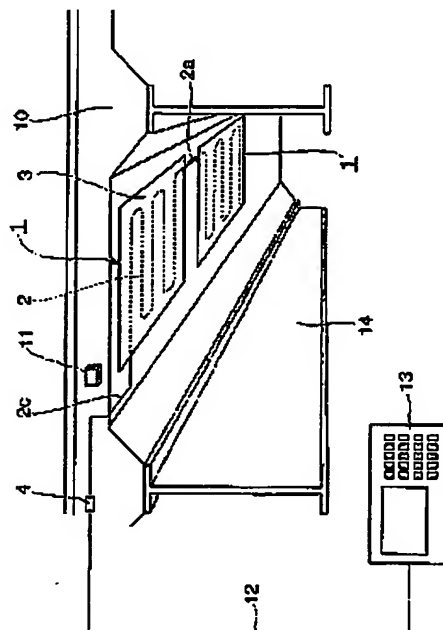
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンクリート構造物の損傷の進行を確認するための面状歪センサー及びコンクリート構造物の損傷の進行を確認する方法。

(57) 【要約】

【課題】 コンクリート構造物に光ファイバケーブルを設置するには作業性に難があり、また、コンクリート表面に設置するにあたり、コンクリート構造物の表面を削ることなどによって美観を損なう。

【解決手段】 一本又は複数の光ファイバケーブルを接着剤が浸透可能なシート状物間に、一端を引き出してはさみ込んで固定してなるコンクリート構造物の損傷の進行を確認するための面状歪センサー及び面状歪センサーをコンクリート構造物の表面に接着剤を用いて接着し、シート状物間から引き出した光ファイバケーブルの一端を利用して歪を測定することにより損傷の進行を確認するコンクリート構造物の損傷の進行を確認する方法を提供する。



(2)

特開2002-131025

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一本又は複数の光ファイバケーブルをシート状物間に、一端を引き出してはさみ込んで固定することを特徴とするコンクリート構造物の損傷の進行を確認するための面状歪センサー。

【請求項2】 網状又は折り返し状に形成した一本の光ファイバケーブルをシート状物間に、一端を引き出してはさみ込んで固定することを特徴とするコンクリート構造物の損傷の進行を確認するための面状歪センサー。

【請求項3】 複数の光ファイバケーブルをシート状物間に、それぞれ一端を引き出して並べてはさみ込んで固定することを特徴とするコンクリート構造物の損傷の進行を確認するための面状歪センサー。

【請求項4】 シート状物は、接着剤が浸透可能で、かつ、熱処理により融着可能な不織布からなり、光ファイバケーブルはこの不織布の融着により固定されることを特徴とする請求項1、請求項2又は請求項3に記載のコンクリート構造物の損傷の進行を確認するための面状歪センサー。

【請求項5】 面状歪センサーの周囲を平面維持可能な着脱自在な枠体で保持することを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3又は請求項4に記載のコンクリート構造物の損傷の進行を確認するための面状歪センサー。

【請求項6】 請求項1、請求項2、請求項3、請求項4又は請求項5に記載のコンクリート構造物の損傷の進行を確認するための面状歪センサーを、コンクリート構造物の表面に接着し、シート状物間から引き出した光ファイバケーブルの一端を歪測定器に接続して歪を測定することにより、コンクリート構造物の損傷の進行を確認することを特徴とするコンクリート構造物の損傷を確認する方法。

【請求項7】 光ファイバケーブルと歪測定器の接続は、シート状物間から引き出した光ファイバケーブルの一端にコネクタを取り付け、リード線でコネクタと歪測定器を接続することを特徴とする請求項6に記載のコンクリート構造物の損傷の進行を確認する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンクリート構造物の損傷状況の進行、特にコンクリート構造物の補強後における損傷状況の進行についても容易に確認することのできる面状歪センサー及び損傷の進行を確認する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】橋梁床版等コンクリート構造物の補強のための代表的な工法として、構造物に鋼板を接着一体化して補強する鋼板接着補強工法や構造物にカーボン繊維布（以下CFRPという）を積層して接着一体化するCFRP接着工法がある。

【0003】一般に、コンクリート構造物の損傷度合の

2

調査は、コンクリート表面のクラック等を観察したり、コンクリート表面の反発係数からコンクリートの強度を推定したりして行っている。

【0004】しかし、鋼板接着工法やCFRP接着工法により補強されたコンクリート構造物は、表面が鋼板やCFRPで覆われているために、これらの調査方法は適さない。

【0005】そこで一般的には、足場等を設置して、赤外線調査、超音波調査、たたき調査等の非破壊検査により調査している。しかしながら、これらの方法による調査は、定期的に行ってはいるものの機動性に欠けるところがある。

【0006】コンクリート構造物は、一度損傷が生じると急激に悪化する傾向があるといわれている。したがって、損傷をできるだけ早期に発見し、早目に対策を講ずることが補強の効果、工費の低減等の面からも必要である。

【0007】これらの現状を踏まえて、補強時にコンクリート構造物にセンサー及び計測装置を設置しておき、構造物の挙動を計測するシステムが提案されているが、この提案は、数本から数百本の複数のケーブルを配線しての点計測であるため、計測の煩雑さがあり、長期的な保守にはやや難がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、基本的には、上記したような非破壊検査による調査方法においての機動性の欠如、センサー及び計測装置を用いての計測の煩雑性という課題を解決する。

【0009】本発明者は、その解決策の基本原則を光ファイバケーブルの製造、敷設、保守の分野で開発されたシステムに求めた。このシステムは光ファイバケーブルに加えられた歪分布を光ファイバケーブルの一端からブリルアン散乱光を検出することによって測定する手法である。この手法によると、歪の大きさとその歪の位置を光ファイバケーブルの一端からの距離で知ることができるというものである。したがって、この原理を応用するとこれまでの点の計測から線の計測が可能となる。

【0010】そこで、まず、光ファイバケーブルをはじめからコンクリート構造物に一体に設置しておき、歪を測定することにより、測点を測定することにより損傷の進行を確認することを考えた。しかしながら、光ファイバケーブルをそのままコンクリート構造物に一体に設置するためには、コンクリート構造物の表面を削って多数の光ファイバを一本一本埋め込む必要があり、設置に多額の費用が発生したり、美観上の課題が生じる。

【0011】このような状況に鑑み、本発明者等としては、先に特許第2981206号において、コンクリート構造物と補強材間に連続する一本の光ファイバケーブルを網状に形成した歪センサー又は連続する一本の光

(3)

特開2002-131025

3

ファイバークーブルを折り返して固定用紐糸で編んで網状に形成した歪センサーを介在させておき、引き出した光ファイバークーブルの一端を利用して歪を測定することにより損傷の進行を確認する方法を提案した。

【0012】この方法は、コンクリート構造物の補強時に実施され、優れた効果を発揮しているが、幾つかの不備がないわけではない。

【0013】一つは、コンクリート構造物と補強材間に歪センサーを介在させるために、歪センサーをコンクリート構造物の表面に接着するが、この接着作業は歪センサーが基材であるためその作業が必ずしも容易ではない。

【0014】また、もう一つは、先に述べたように、コンクリート構造物に予め一体に設置しておくことは美観を損なうおそれがある。

【0015】本発明は、このような幾つかの課題を解決しようとするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】これらの課題を一挙に解決したのがつぎの手段である。

【0017】まず、基本的には、一本又は複数の光ファイバークーブルをシート状物間に、一端を引き出してはさみ込んで固定した面状歪センサーを提供する。

【0018】第一に、網状又は折り返し状に形成した一本の光ファイバークーブルをシート状物間に、一端を引き出してはさみ込んで固定した面状歪センサーを提供する。一本の光ファイバークーブルを網状又は折り返し状に形成することで、シート状物間の広い面積に光ファイバークーブルを配置することができる。

【0019】第二に、複数の光ファイバークーブルをシート状物間に、それぞれ一端を引き出して並べてはさみ込んで固定した面状歪センサーを提供する。光ファイバークーブルの複数を並べることで、シート状物間の広い面積に光ファイバークーブルを配置することができる。

【0020】好ましい例として、上記構成において、シート状物は、接着剤が浸透可能で、かつ、熱処理により融着可能な不織布からなり、光ファイバークーブルはこの不織布の融着により固定されている面状歪センサーを提供する。本発明では、シート状物や光ファイバークーブルの固定方法を限定するものではないが、このようにすることで後述するように不織布への光ファイバークーブルの固定の容易性とコンクリート構造物と歪センサーの一体性を良好にする。

【0021】さらに、好ましい例として、上記構成において、歪センサーの周囲を平面維持可能な枠体自在な枠体で保持した面状歪センサーを提供する。枠体はなくてもよいが、歪センサーの周囲を枠体で保持すると面状歪センサーの平面状態を維持しながらの持ち運びが容易となる。

【0022】つぎに、上記各構成からなる面状歪センサ

4

ーを、コンクリート構造物の表面に接着し、シート状物間から引き出した光ファイバークーブルの一端を歪測定器に接続し、歪を測定することによるコンクリート構造物の損傷を確認する方法を提供する。この方法によると、歪センサーが面状であるため、歪センサーの構造物への接着作業が容易であり、かつ、光ファイバークーブルがシート状物にはさみ込まれているため美観上も問題がない。

【0023】上記構成において、光ファイバークーブルの一端と歪測定器を接続する一例として、シート状物間から引き出した光ファイバークーブルの一端にコネクタを取り付け、コネクタと歪測定器を接続することを提供する。接続方法はこれに限定されるものではない。

【0024】

【発明の実施の形態】つぎに、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

【0025】図1及び図2は、一本の光ファイバークーブルをシート状物間に、一端を引き出してはさみ込んで固定した面状歪センサーの一例を示す説明図である。

【0026】まず、図1に示すように、幅a、長さl、折り返し間隔dで折り返した一本の光ファイバークーブル2をシート状物3、3の間にはさみ込んで固定する。

【0027】この実施の形態で使用したシート状物3、3は、ポリアミド系樹脂製の不織布である。ポリアミド系樹脂製の不織布は、熱を加えると熔融する性質を有するので、この一方の不織布に熱をかけてこの不織布を熔融し、光ファイバークーブル2を接着する。このようにして光ファイバークーブル2はシート状物3、3の間に固定される。

【0028】シート状物3、3と光ファイバークーブル2との固定は、上記の他任意の方法で行ってもよい。たとえば、シート状物3、3が熔融接着ができないような材質により形成されている場合は、接着剤で接着する。

【0029】また、シート状物3、3の材質は限定するものではないが、接着剤が浸透しやすい薄状のものが好ましい。接着剤が浸透しやすい薄状のシート状物3、3はコンクリート構造物の表面に密着しやすく、損傷計測における誤差を少なくすることができる。

【0030】このようにして形成された面状歪センサー1は、図2に示すように必要な長さbと歪測定器に接続するのに必要な長さを残して切断して、光ファイバークーブル2の一端cを引き出し、歪測定器を接続するためのコネクタ4を取り付ける。

【0031】図3は、一本の光ファイバークーブルをシート状物間に、一端を引き出してはさみ込んで固定した面状歪センサーのもう一つの別の例を示す説明図である。

【0032】この面状歪センサー1は、折り返し間隔d、e、幅a、長さlとし、交叉部を必要により別繊維等で結束した網状の一本の光ファイバークーブル2をボ

(4)

特開2002-131025

5

リアミド系樹脂製の不織布からなるシート状物3、3間に一端2cを引き出してはさみ込んでシート状物3、3にはさみ込んだ光ファイバケーブル2とシート状物3、3の固定はシート状物3、3の一方から熱をかけ、熱をかけたシート状物3の熔融によりはさみ込まれた光ファイバケーブル2を接着して固定する。光ファイバケーブル2の引き出された一端2cの先端には、歪測定器を接続するためのコネクタ4が取り付けられている。光ファイバケーブル2のシート状物3、3間の固定は任意の方法で行ってよい。たとえば、融着不可能なシート状物の場合は、接着剤を用いて接着してもよい。また、シート状物3、3は特に限定するものではないが、接着剤が浸透しやすく、また、コンクリート構造物の表面に密着し、薄状のものを用いることが、コンクリート構造物の損傷計測における誤差を少なくするために好ましい。

【0033】図4は、図2に示した面状歪センサーの外周に枠体を取り付けた実施の形態を示す。図5は、図3に示した面状歪センサーの外周に枠体を取り付けた別の実施の形態を示す。

【0034】枠体5には、面状歪センサー1の外周部を挿入することのできる溝5aが形成されている。この溝5aに面状歪センサー1の外周部を挿入し、面状歪センサー1をばね構造5bで保持する。このことにより面状歪センサー1の平面形状を維持し、光ファイバケーブルを傷付けることなく、持ち運びを容易にし、後述する面状歪センサー1をコンクリート構造物の表面に貼着する際の平面状態を維持できる。

【0035】つぎに、図6に基づき、上記面状歪センサーの設置の手順と歪測定方法を説明する。面状歪センサー1は、コンクリート構造物の表面に予め設置しておいてもよく、また、補強時に行ってもよい。なお、この実施の形態は、補強時のコンクリート床版を例としているが、本発明の適用はこれに限定されるものでないことはもちろんである。

【0036】面状歪センサー1は、コンクリート床版10の下面に接着剤により接着されている。図4及び図5に示した面状歪センサー1の場合は、貼着後に枠体5を取り外す。引き出されている光ファイバケーブル2の一端には、コネクタ4が取り付けられ、コネクタ4は通常はコネクタ収納ボックス11に収納されている。床版10の損傷の進行状況の測定は、コネクタ4にリード線12を介して歪測定器13を接続して、面状歪センサー1と歪測定器13とにより回路を形成することにより歪の分布を測定することで行う。14は床版10が載置されている支柱である。

【0037】なお、面状歪センサー1は、監視を必要とする箇所の広狭により一又は二箇所以上を設置する。この実施の形態において、面状歪センサー1はコンクリート床版10の下面に2面取り付けられており、一方の面

6

状歪センサー1から引き出された光ファイバケーブル2aの先端を他方の面状歪センサー1の光ファイバケーブル2に結線してある。

【0038】図7は、複数の光ファイバケーブルをシート状物間に一端を引き出してはさみ込んで固定した面状歪センサーの一例を示す説明図である。

【0039】この面状歪センサー1は、複数の光ファイバケーブル2を不織布からなるシート状物3、3の間に平行にe間隔で並べてはさみ込んで固定する。光ファイバケーブルの一端2cはシート状物3、3間から引き出しておく。

【0040】この実施の形態で利用したシート状物3、3は、ポリアミド系樹脂製の不織布である。ポリアミド系樹脂製の不織布は、熱を加えると熔融する性質を有するので、この一方の不織布に熱をかけて不織布を熔融し、光ファイバケーブル2を接着する。このようにして光ファイバケーブル2はシート状物3、3の間に固定される。

【0041】シート状物3、3と光ファイバケーブル2との固定は、上記の他任意の方法で行ってもよい。たとえば、シート状物3、3が熔融接着ができないような材質により形成されている場合は、接着剤で接着する。

【0042】また、シート状物3、3の材質は限定するものではないが、接着剤が浸透しやすい薄状のものが好ましい。接着剤が浸透しやすい薄状のシート状物は、コンクリート構造物の表面に密着しやすく、損傷計測における誤差を少なくすることができる。

【0043】図8は、図7に示した面状歪センサーの外周に枠体を取り付けた実施の形態を示す。

【0044】枠体5には面状歪センサー1の外周部を挿入することのできる溝5aが形成されている。この溝5aに面状歪センサー1の外周部を挿入し、面状歪センサー1をばね構造5bで保持する。このことにより、面状歪センサー1の平面形状を維持し、光ファイバケーブルを傷付けることなく、持ち運びを容易にし、後述する面状歪センサー1をコンクリート構造物の表面に貼着する際の平面状態を維持できる。

【0045】つぎに、図9に基づき、上記面状歪センサーの設置の手順と歪測定方法を説明する。面状歪センサー1は、コンクリート構造物の表面に予め設置しておいてもよく、また、補強時に行ってもよい。なお、この実施の形態は補強前のコンクリート床版を例としているが、本発明の適用はこれに限定されるものではないことはもちろんである。

【0046】面状歪センサー1は、コンクリート床版10の下面に接着剤により接着されている。図8に示した面状歪センサー1の場合は、貼着後に枠体5を取り外す。引き出されている光ファイバケーブル2の一端2cには、コネクタ4が取り付けられ、コネクタ4は通常はコネクタ収納ボックス11に収納されている。

(5)

特開2002-131025

7

14は床版10が設置されている主桁である。

【0047】床版10の損傷の進行状況の測定を行うときは、測定するのに必要な箇所の光ファイバケーブル2のコネクター4をコネクター収納ボックス11から取り出し、リード線12を介して歪測定器13に接続する。このようにして面状歪センサー1と歪測定器13とで回路を形成する。コンクリート構造物の損傷の進行状況は歪の分布を測定することで行われる。

【0048】なお、面状歪センサー1は、監視を必要とする箇所の広狭により一又は二箇所に設置する。

【0049】

【発明の効果】本発明は上述のようにしてなるので、つぎの効果を有する。

【0050】請求項1乃至請求項7において、光ファイバケーブルをシート状物間に固定して形成した面状歪センサーは、平面状なので、構造物への取り付けが容易である。

【0051】請求項1乃至請求項7において、光ファイバケーブルをシート状物間に固定して形成した面状歪センサーは、平面状なので、コンクリート構造物の表面を削り取って埋め込むようなことはせず、そのまま貼着することができるので、美観を損なうことが少ない。

【0052】請求項2において、網状又は折り返し状に形成した一本の光ファイバケーブルをシート状物間にはさみ込んだ面状歪センサーは、コンクリート構造物の広い範囲の歪を計測することができるので、コンクリート構造物の広い範囲に亘って損傷の確認をすることができ、コンクリート構造物の損傷の確認の面で極めて有効である。

【0053】請求項4において、複数の光ファイバケーブルをシート状物間にはさみ込んだ面状歪センサーは、これまでのようにそれぞれの光ファイバケーブルをコンクリート構造物の表面に埋め込まなくてよいので、能率的に作業を行うことができる。

【0054】請求項4において、面状歪センサーのシート状物として融着可能な不織布を用いたので、シート状物間にはさみ込まれた光ファイバケーブルとシート状物とを、シート状物的一方に熱を加えるだけで、容易に固定することができる。

【0055】請求項5において、面状歪センサーの周囲を平面維持可能な、そして、君脱自在な枠で保持したので、持ち運びが容易で、光ファイバケーブルの損傷を防止することができる。また、コンクリート構造物への貼着時の平面状態を維持することができる。

【0056】請求項6及び請求項7において、請求項1

8

から請求項5までのいずれかの面状歪センサーをコンクリート構造物の表面に接合し、この面状歪センサーと歪測定器との間で回路を形成し、コンクリート構造物の歪を測定するので、コンクリート構造物の損傷の進行を容易に知ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一本の光ファイバケーブルをシート状物間にはさみ込んで固定した面状歪センサーの形成過程の一例を示す説明概略図で、(A)は一部破断平面図、(B)は断面図である。

【図2】図1に続いて、面状歪センサーの形成過程の一例を示す説明概略図で、一部破断平面図である。

【図3】一本の光ファイバケーブルをシート状物間にはさみ込んで固定した面状歪センサーの形成過程の別の一例を示す説明概略図で、一部破断平面図である。

【図4】枠体で保持した面状歪センサーの形成過程の一例を示す説明概略図で、(A)は一部破断平面図、(B)は断面図である。

【図5】枠体で保持した別の面状歪センサーの形成過程の一例を示す説明概略図で、(A)は一部破断平面図、(B)は図4のB-B断面拡大図である。

【図6】面状歪センサーのコンクリート構造物への設置の実施の形態を示す概略説明図である。

【図7】複数の光ファイバケーブルをシート状物間にはさみ込んで固定した面状歪センサーの一例を示す説明概略図で、(A)は一部破断平面図、(B)は断面図である。

【図8】枠体で保持した面状歪センサーの形成過程の一例を示す説明概略図で、(A)は一部破断平面図、(B)は断面図である。

【図9】面状歪センサーのコンクリート構造物への設置の実施の形態を示す概略説明図である。

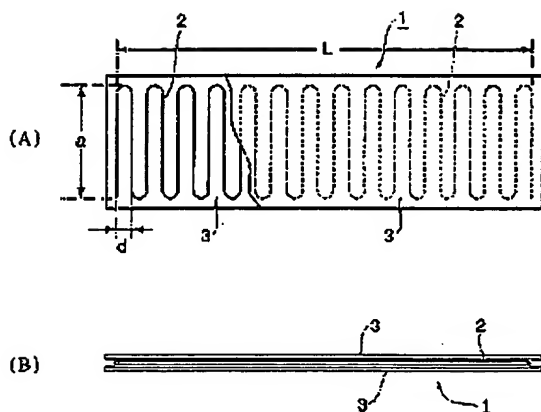
【符号の説明】

- 1 面状歪センサー
- 2 光ファイバケーブル
- 2c 光ファイバケーブルの一端
- 3 シート状物
- 4 コネクター
- 5 枠体
- 10 コンクリート構造物
- 11 コネクター収納ボックス
- 12 リード線
- 13 歪測定器
- 14 主桁

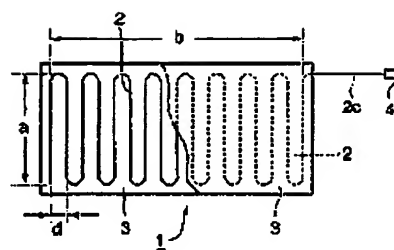
(5)

特開2002-131025

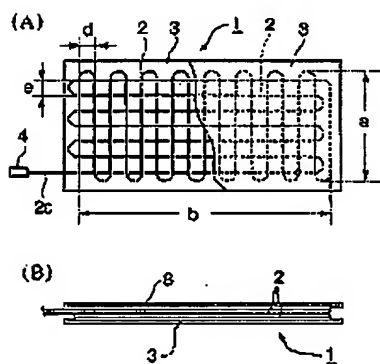
【図1】



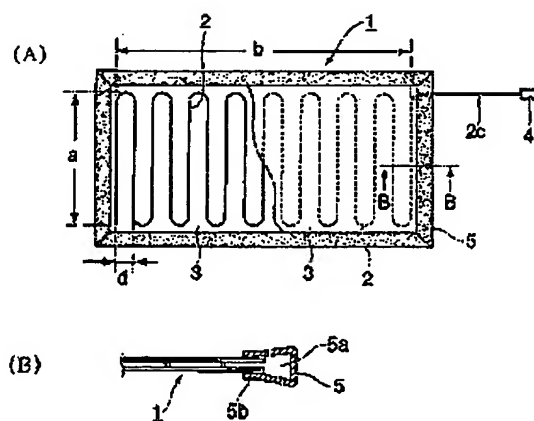
【図2】



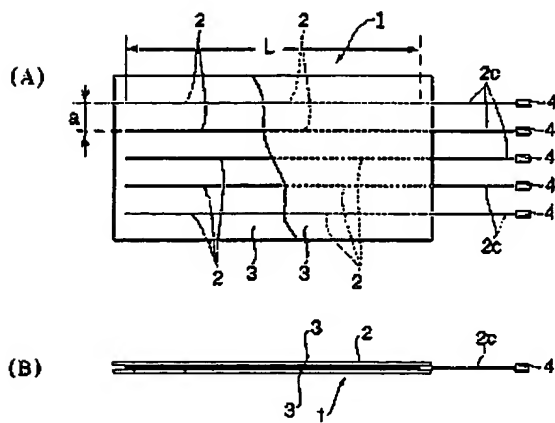
【図3】



【図4】



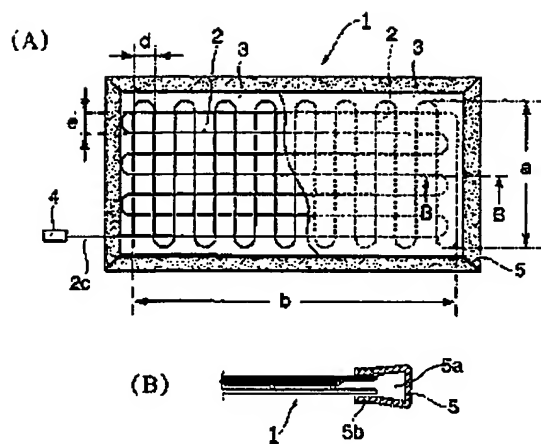
【図7】



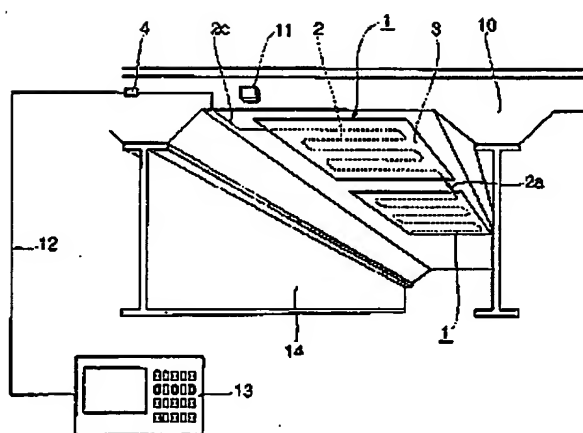
(7)

特開2002-131025

【図5】



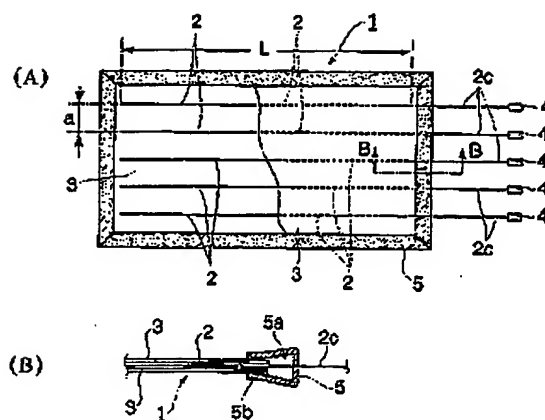
【図6】



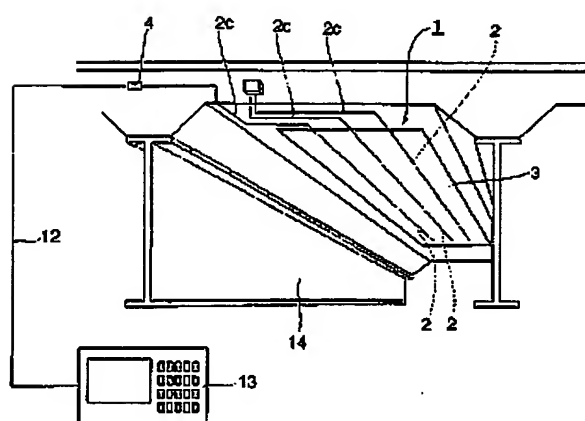
(8)

特開2002-131025

【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 江口 和雄
東京都千代田区神田錦町 3-18 ショーボ
ンド建設株式会社内

(72)発明者 吉永 達郎
東京都千代田区神田錦町 3-18 ショーボ
ンド建設株式会社内

Fターム(参考) 2D059 AA14 GG39
2F065 AA02 AA65 BB01 CC00 DD00
FF12 LL00 LL03 UU07

(5)

特開2002-48516

9

ルス試験器23から試験光を入射して光試験を行う。なお、光ファイバ4の、光パルス試験器23から最も近い端部には、無反射処理を施すことが適切である。

【0033】例えば、構造物1の延在方向の変形、例えば、構造物1であるとう道の一部分に構造物1の軸方向に伸びるクラックが発生するような変形、例えば、構造物1の断面周方向の伸縮等の変形が局部的に生じると、この構造物1の変形部分に位置する光ファイバセンサ2の光ファイバ4、詳細には周方向センサ2aを構成する光ファイバセンサ2の光ファイバ4が構造物1と一体的に10 変形して、この光ファイバ4に伸縮歪が与えられる。ここで、光ファイバセンサ2を構成する光ファイバ4に対して光パルス試験器23を用いて光試験を行い（具体的には内部光ファイバへの試験光の入射と戻り光の観測）、ブリルアン散乱光を観測することで、構造物1の周方向の変形発生を検出できる。また、戻り光の戻り時間から、構造物の変形箇所の位置を把握できる。

【0034】一方、構造物1であるとう道の軸方向の局部的な伸縮等の変形は、軸方向センサ2bを構成する光ファイバセンサ2の光ファイバ4の光試験によって10 検出できる。この構造物1の軸方向の変形歪みに対応して、設置用部材3に長手方向の変形が与えられ、この設置用部材3に一体化されている光ファイバ4に伸縮歪が与えられる。したがって、光ファイバセンサ2を構成する光ファイバ4の光試験によって、光ファイバ4の伸縮歪に起因するブリルアン散乱光を観測することで、構造物1の軸方向の変形をも検出、監視することができる。

【0035】この変形検出システム20では、構造物1の断面周方向の変形を検出する周方向センサ2aと、構造物1の軸方向の変形を検出する軸方向センサ2bと20 を、一本の光ファイバ4によって構成しているので、この光ファイバ4の光試験によるブリルアン散乱光の観測結果によって、構造物1全体の各種変形を広範囲にわたって検出、監視できる。

【0036】光ファイバセンサ2は、構成が非常に簡単であり、施工も容易であるから、構造物の広範囲への組み立て、設置を短時間で効率良く行うことができる。しかも、電源や、別途データ伝送用の信号線を布設することも不要であるから、とう道等の狭い構造物の内部への設置では、構造物の内部空間を狭くすることが無く、20 例えば、施工後のとう道への通信用光ファイバケーブルや電気ケーブルの引き込み作業等の障害になることも無い。また、誘導電流等の電磁ノイズの影響を受けないから、例えば電気機器が設置された建物の近く等であっても問題無く設置することができ、設置場所の自由度が向上する。

【0037】なお、光パルス試験器23から光ファイバ4に試験光を入射した時に、フレネル反射光が検出されたならば、光ファイバ4の断端等の断端を検出してい

る。この場合、試験光の入射からフレネル反射光の受光

10

までの経過時間によって光ファイバ4の断端位置を概略特定できるので、例えば工事等によって誤って切断された光ファイバ4の切断箇所を容易に見て、補修作業時間等を短縮できる。このように、この変形検出システム20によれば、随時、光パルス試験器23による光ファイバ4の光試験を行うことで、光伝送系に係る故障の監視も行うことができる。

【0038】図6(b)に示す光ファイバ4bの長手方向の歪みの検出は、接合材8中に埋設された複数本の内部光ファイバ9aの内のいずれか1本を対象に光試験を行えば足りるから、当初、光試験の対象として用いていた光ファイバが破損等により使用できなくなったとしても、光試験の対象を他の光ファイバに変更すれば良い。これにより、同一の光ファイバ4bを長期にわたって構造物の変形検出に使用することができ、この光ファイバ4bを用いて構成した光ファイバセンサの寿命を延長できる。

【0039】ブリルアン散乱光の入射光に対する周波数のシフト量は、光ファイバが無歪みの場合でも、約1MHz/℃程度の温度依存性を有するため、数十℃にわたる大きい温度変化が生じる場合には計測データを補正する必要がある。光ファイバは、布設場所の状況や環境、例えば日照や火山地帯の地熱等により、常温よりも数十℃、あるいはそれ以上高い温度に加熱される可能性があるから、より精度の高い監視を行うにはブリルアン散乱光の計測データの温度補正が不可欠である。

【0040】図6(c)に示す光ファイバ4cでは、このことを考慮して、伸び歪みが与えられる内部光ファイバ9bとは別に温度補正用光ファイバ心線14を並設している。温度補正用光ファイバ心線14は、ステンレス等からなる保護管14a内に光ファイバ14b（温度補正用光ファイバ）をルースに収納したものであり、光ファイバ4cに伸び歪みが与えられても、温度補正用光ファイバ14bには伸び歪みは作用せず、無歪み状態を維持でき、この温度補正用光ファイバ14bの光特性に何等影響を与えないようになっている。初期歪みを与えた内部光ファイバ9bに伸縮歪が与えられても、温度補正用光ファイバ14bの光特性に何等影響しないことは言うまでも無い。

【0041】つまり、長手方向の歪みが与えられない温度補正用光ファイバ14bの光試験データは、温度変化の影響のみを反映するから、この温度補正用光ファイバ14bの光試験データを利用することで、歪み検出用の内部光ファイバ9bの光試験データを補正することができる。温度補正用光ファイバ14bの光試験データから、ブリルアン散乱光の入射光に対する周波数の温度変化によるシフト量を把握できるから、この把握された周波数のシフト量を、内部光ファイバ9bの光試験によって観測されたブリルアン散乱光の周波数のシフト量から差し引くことで（初期歪み分の周波数シフト量も考慮す

11

る)。内部光ファイバ9bの伸縮歪に起因するブリルアン散乱光の周波数のシフト量を把握できる。

【0042】また、光ファイバ4cの前記光パルス試験器23側から遠い側の端部にて、歪み検出用の光ファイバ9bと温度補正用の光ファイバ14bとを接続してループ状にし、光ファイバ9b、14bの一方からの試験光の入射により両光ファイバ9b、14bを光試験し、ブリルアン散乱光を観測することによっても、計測データの温度補正が可能である。この場合、光ファイバ9bの光試験結果からは前記初期歪みによるブリルアン散乱光のデータが得られるのに対し、温度補正用の光ファイバ14bの光試験結果からはブリルアン散乱光の検出データが殆ど得られないことから、これにより1回の光試験により得られた計測データから各光ファイバ9b、14bの計測データを判別して個別に把握することが可能である。そして、前述と同様に、温度補正用光ファイバ14bの光試験データから把握されたブリルアン散乱光の入射光に対する周波数の温度変化によるシフト量を、内部光ファイバ9bの光試験によって観測されたブリルアン散乱光の周波数のシフト量から差し引くことで、内部光ファイバ9bの伸縮歪に起因するブリルアン散乱光の周波数のシフト量を把握できる。この温度補正方法によれば、1回の光試験によって、歪み検出用の光ファイバ9bと温度補正用の光ファイバ14bの両光ファイバ9b、14bを光試験できるから、例えば、複数箇所の光ファイバセンサの光ファイバをそれぞれ光パルス試験器に対して切替接続しつつ歪み発生の有無を監視する場合では、光パルス試験器に対する光ファイバの切替接続回数を減少でき、監視作業の単純化、各光ファイバセンサの光ファイバの光試験間隔(時間)の短縮等を実現できる。

【0043】計測データの温度補正方法としては、前述のものに限定されず、例えば、温度補正用光ファイバ14bへの入射光のラマン散乱光の後方散乱光を光パルス試験器にて受光観測したデータから、ブリルアン散乱光の計測データを補正する手法も採用可能である。なお、温度補正用光ファイバ14bは、無歪み状態を維持する必要があるため、例えば、光ファイバ4cの途中の適宜箇所に設置した成造箱内等に、温度補正用光ファイバ14bの余長を確保しておき、光ファイバ4cに伸び歪みが与えられたときには、ブリルアン散乱光検出用の内部光ファイバ9bには伸び歪みが与えられる一方、温度補正用光ファイバ14bは前記余長が光ファイバ4c(詳細には保護管14a)内に引き込まれることで無歪み状態が維持される構成等が採用可能である。

【0044】なお、本発明は、前記実施の形態に例示した構成に限定されず、各種変更が可能である。例えば、本発明に係る光ファイバセンサに適用される光ファイバの構造は、図6(a)～(c)に例示したものに限定されず、例えば、塑性変形可能な接合材8に代えて、接着

(7)

特開2002-48516

12

機能のみを有する接着剤層を適用することも可能である。また、本発明の光ファイバセンサに適用可能な光ファイバとしては、図6(a)～(c)に例示したようなシート型光ファイバケーブルに限定されず、例えば、単心あるいは多心の光ファイバ心線等であっても良い。但し、図6(a)～(c)に例示したようなシート型光ファイバケーブルであれば、設置用部材に対する接着力の確保、それによる初期歪みの維持、樹脂フィルム7による耐久性の確保や作業員や動物の接触等による誤検出防止等の面で有利である。

【0045】前記実施の形態では、光ファイバ4の全長にわたって設置用部材3が接着、一体化されてなる光ファイバセンサ2を構造物1に固定する構成を例示したが、これに限定されず、例えば、光ファイバの一部分のみが初期歪みとしての伸び歪みを確保して設置用部材に接着、一体化された光ファイバセンサを用い、前記設置用部材が構造物に固定されることで、光ファイバの前記設置用部材が取り付けられた部分のみを、構造物の変形検出に機能させるようにした構成も採用可能である。例えば、前記実施の形態において、軸方向センサ2bの形成を省略し、隣り合う周方向センサ2a間には、設置用部材が取り付けられていない光ファイバが布設されるようにしても良い。この場合、設置用部材が取り付けられていない光ファイバの布設自由度により、構造物に対して光ファイバセンサを自由に引き回せるようになり、その結果、光ファイバセンサの構造物に対する固定位置(設置用部材の固定位置)の自由度が向上する等の利点がある。

【0046】

【発明の効果】本発明によれば、構造物に対して布設、固定するだけで、簡単に短時間で施工することができ、また、設置用部材を介して構造物に対して添わせるようにして設けることで、構造物表面の処理に掛かる手間を軽減でき、構造物に対する光ファイバの固定を効率良く行うことができ、施工コストの低減を実現できる。さらに、光ファイバに、初期歪みとしての長手方向の伸び歪みが確保されているから、該光ファイバの伸縮歪みによって、構造物の変形を検出することができるとともに、前記初期歪みによって光ファイバの歪み分布のばらつきが最小化されることで、構造物の変形に伴う光ファイバの伸縮歪みの測定誤差や測定ノイズを抑えることができ、構造物の変形の検出精度を向上できるといった優れた効果を奏する。

【0047】また、前記光ファイバセンサを筒状の構造物に対して、その断面周方向に沿って布設設置することにより(請求項3)、筒状のコンクリート構造物に発生しやすい、その軸方向に沿った方向のクラック発生等の変状を確実に検出できるといった優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光ファイバセンサを用いて構成され

(8)

特開2002-48516

13

14

る変形検出システムを示す全体図である。

【図2】 構造物の内面側に設けられた光ファイバセンサを示す図であって、(a)は横断面図(軸方向に垂直の断面)、(b)は縦断面図(軸方向に沿った断面)である。

【図3】 筒状の構造物(とう道)の断面図方向に添って設けられた光ファイバセンサを示す図であって、

(a)は横断面図(軸方向に垂直の断面)、(b)は縦断面図(軸方向に沿った断面)である。

【図4】 構造物に対する光ファイバセンサの施工方法を示す図であって、前記光ファイバセンサの一部が構造物に取り付けられた状態を示す断面図である。 *

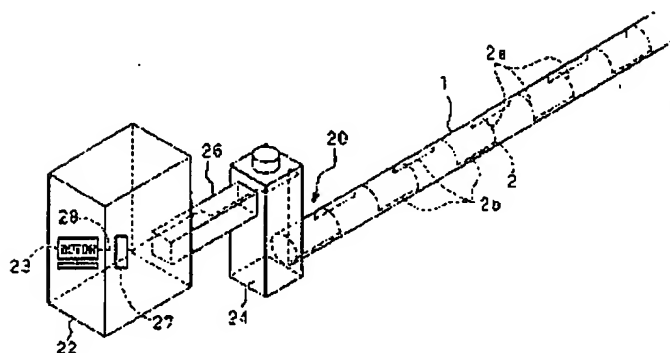
*【図5】 光ファイバセンサを示す断面斜視図である。

【図6】 本発明の光ファイバセンサに適用される光ファイバの断面構造を示す断面図であって、(a)は内部光ファイバを1本(1心)備えたもの、(b)は内部光ファイバを複数本備えたもの(多心)、(c)は内部光ファイバに加えて温度補正用光ファイバを備えたものを示す。

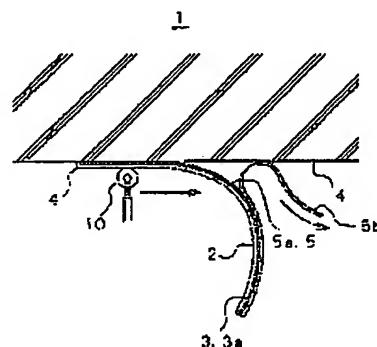
【符号の説明】

1…構造物(とう道)、2…光ファイバセンサ、3…設置用部材、4、4a、4b、4c…光ファイバ(光ファイバケーブル)。

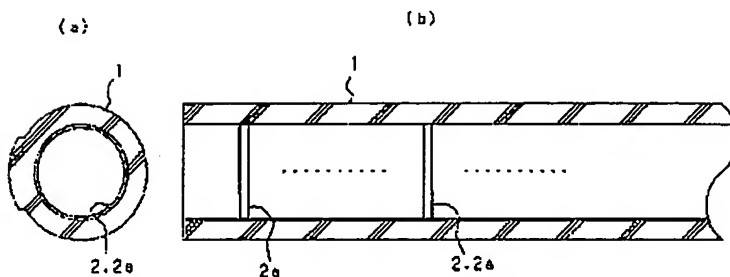
【図1】



【図4】



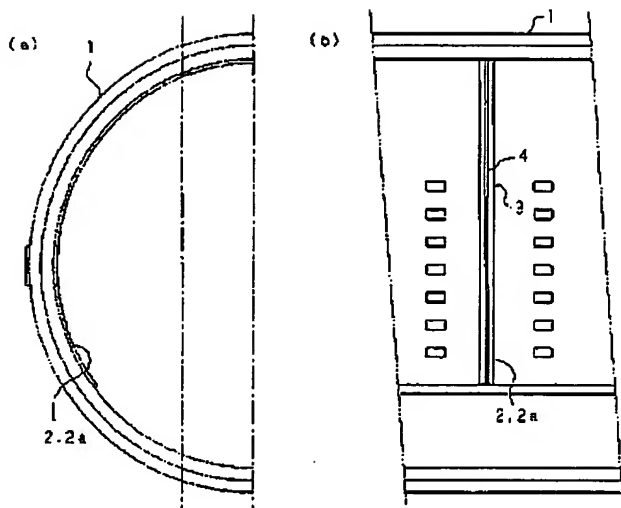
【図2】



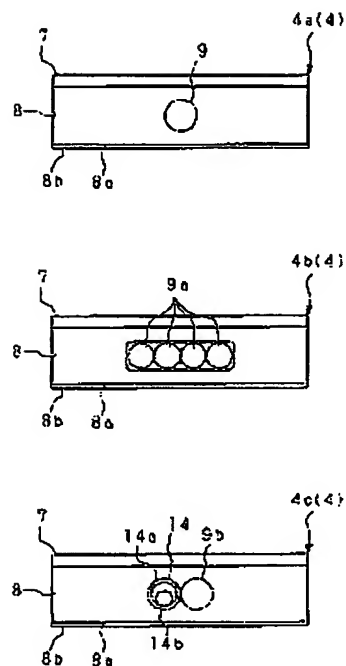
(9)

特開2002-48516

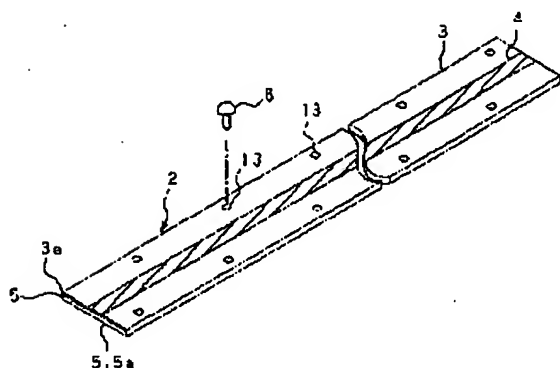
【図3】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 緒方 和也
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ
クラ佐倉事業所内
(72)発明者 野村 義和
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ
クラ佐倉事業所内
(72)発明者 杉浦 信一
東京都中央区日本橋浜町二丁目31番1号
エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会
社内

(72)発明者 大石 孝弘
茨城県つくば市花畑一丁目7番1号 エ
ヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会
社内
(72)発明者 浅野 哲也
東京都中央区日本橋浜町二丁目31番1号
エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会
社内
Fターム(参考) 2F065 AA55 CG00 FF00 LL02
2G086 DD05
2H038 CA53

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.